

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОСТДЕФОРМАЦИОННОЙ ВЫДЕРЖКИ НА ЗЕРЕННУЮ СТРУКТУРУ В ПОЛУФАБРИКАТАХ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Нарыгина И.В., Колосова Е.В., Водолазский Ф.В., Корчагин И.Н.

Руководители – доц., к.т.н. Илларионов А.Г., доц., к.т.н. Демаков С.Л., проф., д.т.н. Логинов Ю.Н.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург
narygina_iv@mail.ru; vodolazski@bk.ru

Титановый сплав Ti-10V-2Fe-3Al широко используется для изготовления крупногабаритных сложной формы поковок для авиационной техники (деталей шасси, крыла, фюзеляжа самолета и пр.). В связи с этим достаточно важным является изучение процессов, протекающих при высокотемпературном нагреве, а также исследование особенностей формирования структуры в сплаве при деформации и рекристаллизации, так как они, во-многом, определяют конечное структурное состояние и уровень свойств изделия.

Материалом для исследования служили заготовки ($\varnothing 90 \text{ мм} \times 75 \text{ мм}$), подвергнутые деформации осадкой в β -области с относительным обжатием 60 % и последующей постдеформационной выдержке при температурах горячей деформации ($T_{\text{пп}} + 20^\circ \text{C}$) в течение 1...32 минут.

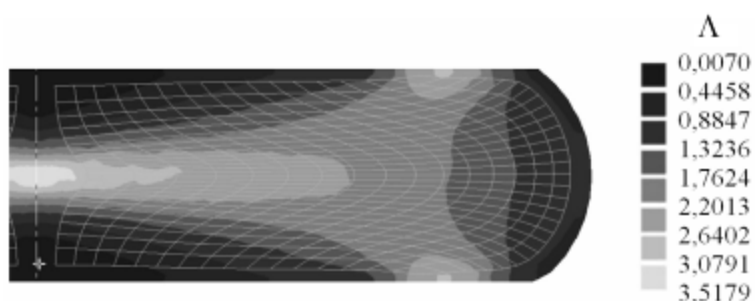


Рисунок 1. Распределение степеней деформации сдвига (Λ) по сечению осажённых заготовок

Показано, что при горячей осадке распределение степени деформации сдвига по сечению осажённых полуфабрикатов неравномерно и характеризуется формированием, так называемой, области «деформационного креста» и области затрудненной деформации (рис. 1), в первой из которых наблюдается активное протекание процессов рекристаллизации (как в ходе деформации (рис. 2), так и в ходе постдеформационной выдержки), а во второй – ее полное отсутствие даже при значительной временной выдержки.

Прямой зависимости доли рекристаллизованных зерен (λ) от степени деформации сдвига (Λ) не установлено. Определено, что кинетика

процесса протекания рекристаллизации обусловлена не только степенью, но и типом деформации в каждой точке деформированного тела, действие которого возможно учесть при введении параметра Надаи-Лоде (μ_ϵ), служащего для характеристики деформированного состояния.

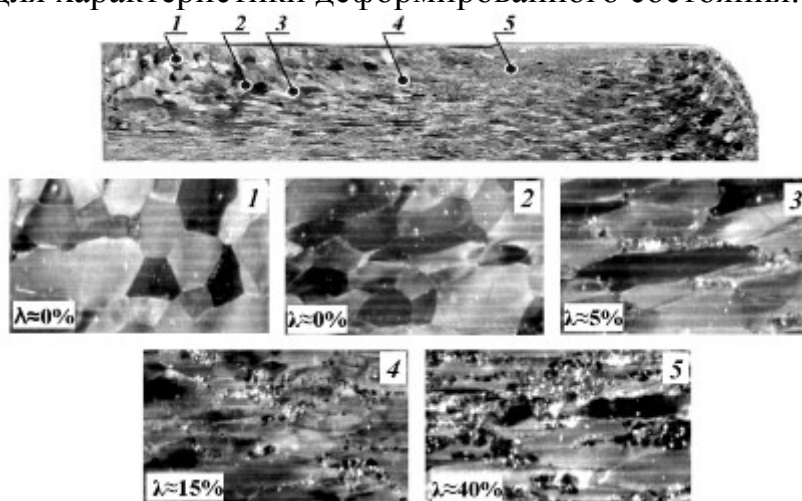


Рисунок 2. Изменение доли рекристаллизованных зерен (λ) по осевому сечению осажденной заготовки

При сопоставлении рассчитанных значений параметра Надаи-Лоде (рис. 3) соответствующим им значениям степеней деформации сдвига и доли рекристаллизации в каждой точке деформированного тела наблюдается более активный рост доли рекристаллизованных зерен с повышением степени деформации сдвига и параметра Надаи-Лоде (рис. 4). При построении данных зависимостей значения μ_ϵ , соответствующие областям выхода боковой поверхности металла на рабочую поверхность инструмента, не учитывались, вследствие постоянного изменения типа деформации в этой области в ходе осадки.



Рисунок 3. Распределение значений параметра Надаи-Лоде (μ_ϵ) по сечению осажденных заготовок

Анализ зависимостей объемной доли рекристаллизованных зерен и среднего размера зерна от степеней деформации сдвига и времени постдеформационной выдержки, построенных для участков со значением параметра Надаи-Лоде 0,2...1, соответствующего нормальным условиям деформирования, показал, что максимум на кривых изменения среднего размера зерна приходится на $\Lambda = 2,2$ (рис. 5). При больших значениях Λ наблюдается тенденция к снижению значений λ и среднего размера зерна,

что связано с явлением текстурного торможения рекристаллизации.

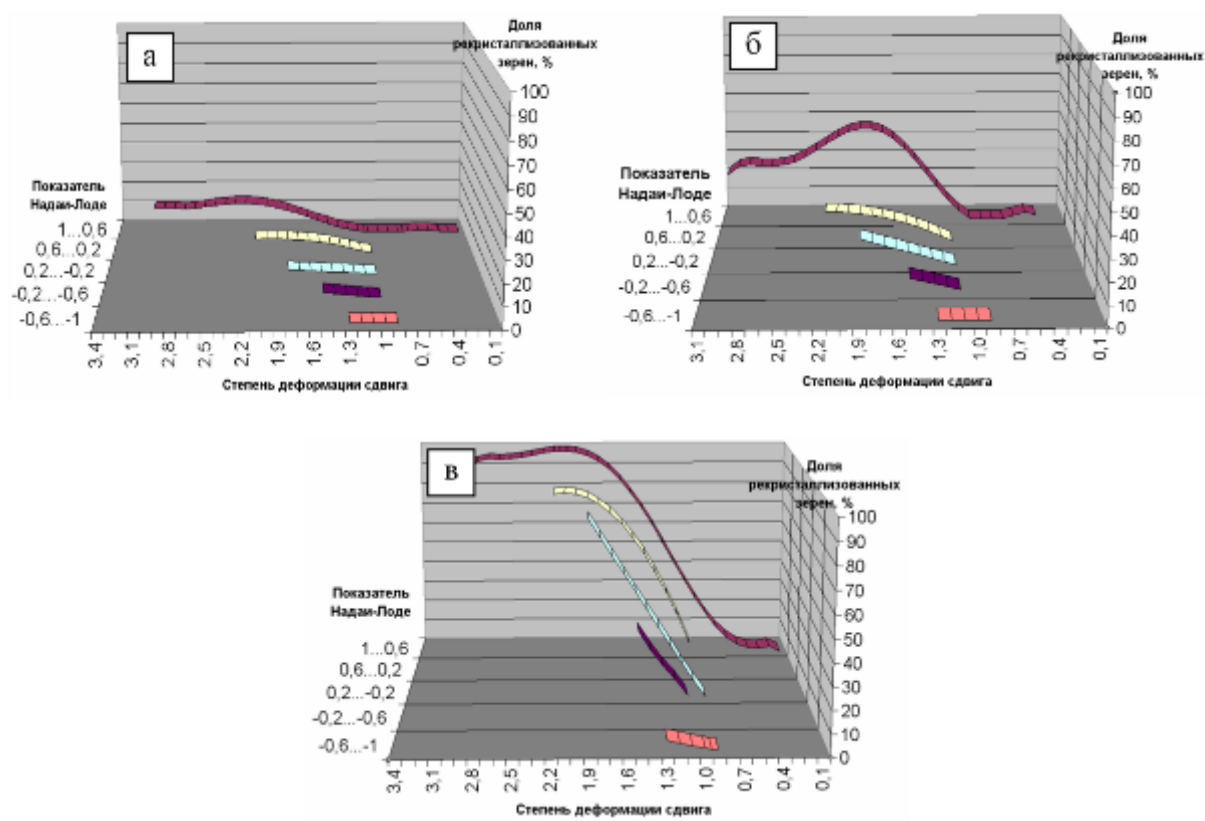


Рисунок 4. Влияние постдеформационной выдержки на развитие рекристаллизации: а – закаленный; б – 2 минуты; в – 8 минут

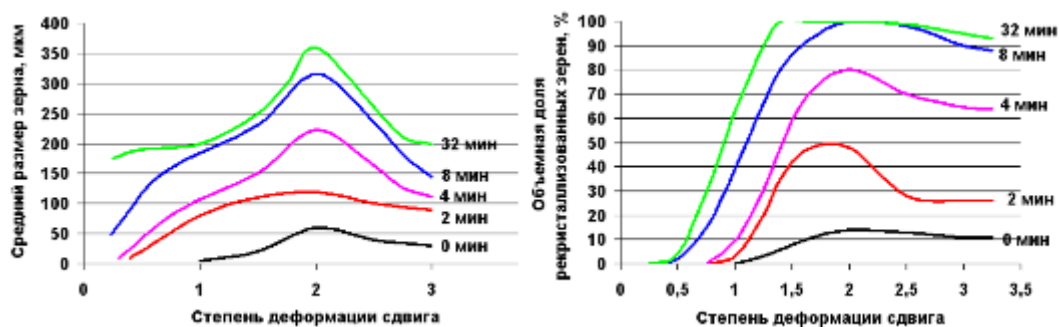


Рисунок 5. Изменение объемной доли, среднего размера рекристаллизованных зерен в зависимости от степеней деформации сдвига и времени постдеформационного отжига осаженной заготовки ($\mu_{\epsilon} = 0,2 \dots 1$)

Таким образом, опираясь на полученные результаты, можно подобрать оптимальную термодеформационную обработку на определенный размер рекристаллизованного зерна и его объемную долю, исходя из средней степени деформации сдвига и времени последеформационной выдержки.

Работа выполнена в рамках целевой программы Министерства образования и науки РФ.